



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年10月27日

出願番号

Application Number:

特願2000-328771

出願人

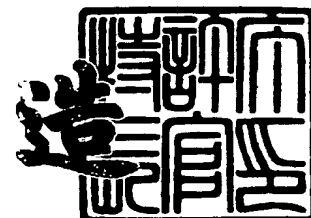
Applicant(s):

ディーディーケー株式会社

2001年10月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3092377

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-02095

【提出日】 平成12年10月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 高橋 真

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078031

【氏名又は名称】 大石 皓一

【選任した代理人】

【識別番号】 100115738

【氏名又は名称】 鷲頭 光宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074148

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ及びその製造方法並びにこれを用いた近接場光ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光の発光領域を含むレーザ出射端面を備える半導体レーザであって、前記レーザ出射端面のうち前記発光領域とは異なる領域に、前記発光領域の位置を示す立体的特徴部が形成されていることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 2】 前記立体的特徴部が、前記レーザ出射端面のうち前記発光領域とは異なる領域に形成された凹部及び凸部の少なくとも一方であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ。

【請求項 3】 少なくとも前記発光領域を覆う遮光膜をさらに備え、前記遮光膜には、前記発光領域の一部に対応する部分に微小開口が設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ。

【請求項 4】 前記遮光膜が、前記立体的特徴部をさらに覆っていることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザ。

【請求項 5】 前記レーザ出射端面と前記遮光膜との間に設けられた誘電体膜をさらに備え、前記微小開口からは前記誘電体膜の一部が露出していることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の半導体レーザ。

【請求項 6】 レーザ光の発光領域を含むレーザ出射端面を備える半導体レーザの製造方法であって、前記レーザ出射端面のうち、前記発光領域と所定の関係を有する位置に立体的特徴部を形成する工程を備えることを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項 7】 少なくとも前記発光領域を覆う遮光膜を形成する工程と、前記遮光膜のうち、前記立体的特徴部と所定の関係を有する位置に微小開口を形成する工程とをさらに備えることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項 8】 前記立体的特徴部を形成する工程及び前記微小開口を形成する工程が、いずれも F I B を用いることを特徴とする請求項 7 に記載の半導体レ

ーザの製造方法。

【請求項 9】 前記立体的特徴部を形成する工程より前に、前記レーザ出射端面のうち少なくとも前記発光領域に F I B を照射する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項 10】 近接場光により記録媒体に対するデータの記録及び／又は読み出しを行う近接場光ヘッドであって、前記近接場光を発生する半導体レーザを有し、前記半導体レーザは、発光領域を含むレーザ出射端面と、前記レーザ出射端面に形成された立体的特徴部と、少なくとも前記発光領域を覆う遮光膜とを備え、前記遮光膜には、前記立体的特徴部と所定の関係を有する位置において、前記近接場光を発する微小開口が形成されていることを特徴とする近接場光ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザ及びその製造方法並びにこれを用いた近接場光ヘッドに関し、さらに詳細には、近接場光が発せられる微小開口の形成が容易な半導体レーザ及びその製造方法並びにこれを用いた近接場光ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年における情報通信技術の発展に伴い、光ディスクに代表される情報記録媒体にはさらなる大容量化が求められている。光ディスク等の情報記録媒体を大容量化するためには、光ディスク等の記録・再生に用いるレーザのスポット径をより小さく絞ることにより記録密度を高める必要があり、これを達成すべく、従来より、レーザ光源の波長を短くしたりレンズの開口数 (N A) を大きくする試みが数多くなされている。

【0003】

一方、これらレーザ光源の波長を短くしたりレンズの開口数 (N A) を大きくする試みとは別のアプローチとして、光ディスク等の記録・再生に近接場光を利用する方法が提案されている (特開平 9 - 1 4 5 6 0 3 号公報参照)。近接場光

は、エバネッセント光もしくはニアフィールド光とも呼ばれ、光源の波長よりも十分に小さい微小開口へ光が入射した際に生成される。これは近接場光を得る方法の一つとして知られている。この近接場光を光ディスク等の記録・再生に利用すれば、レーザ光源の波長とは実質的に無関係にレーザスポット径を小さくすることができる。このため、近接場光を光ディスク等の記録・再生に利用すれば、光ディスク等の情報記録媒体の記録密度を高めることができ、その記憶容量を増大させることが可能となる。

【 0 0 0 4 】

ここで、半導体レーザを用いて近接場光を得る場合、実際にレーザ光が出射される発光領域を含む半導体レーザの出射端面のほぼ全面に遮光膜が形成され、次いで、遮光膜のうち発光領域に対応する部分の一部が除去されて微小開口が形成される。これにより、かかる微小開口からは近接場光が発せられるので、このような半導体レーザを光ディスク等の記録・再生のためのヘッドに用いることによって、その記録密度が高められ、記憶容量を増大させることが可能となる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

このように、半導体レーザを用いて近接場光を得る場合、半導体レーザの出射端面に形成された遮光膜のうち、発光領域に相当する部分に形成された遮光膜の一部を除去することによって微小開口を形成する必要があるが、このとき、遮光膜の上から発光領域に相当する部分を特定することは極めて困難である。すなわち、半導体レーザの出射端面に遮光膜が形成されると、最早、半導体レーザの層構成を視覚的に確認することはできず、このため、半導体レーザの出射端面に形成された遮光膜のどの部分が発光領域に相当する部分であるのか、視覚的にこれを特定することができないという問題が生じていた。

【 0 0 0 6 】

このため、従来は、半導体レーザの外形上の特徴、例えば、出射端面と直交する上下の端面等に生じている凸部等の特徴を基準とし、これら特徴部分から発光領域までの距離を事前に測定しておくことによって微小開口を形成すべき位置を特定するという作業が必要であった。しかしながら、発光領域の大きさは、半導

体レーザの外形に比して極めて小さいため、このような作業によっては正確な位置に微小開口を形成することは困難である。特に、半導体レーザの外形に特徴となる部分がなく、出射端面と直交する上下の端面や左右の端面がいずれも平坦である場合には、微小開口を形成すべき位置の特定は一層困難であった。

【 0 0 0 7 】

したがって、本発明の目的は、近接場光が発せられる微小開口の形成が容易な半導体レーザ及びその製造方法を提供することである。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の他の目的は、近接場光が発せられる微小開口の形成が容易な半導体レーザを用いた近接場光ヘッドを提供することである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明のかかる目的は、レーザ光の発光領域を含むレーザ出射端面を備える半導体レーザであって、前記レーザ出射端面のうち前記発光領域とは異なる領域に、前記発光領域の位置を示す立体的特徴部が形成されていることを特徴とする半導体レーザによって達成される。

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、発光領域の位置を示す立体的特徴部がレーザ出射端面に形成されていることから、かかる立体的特徴部を参照することによって発光領域の位置を把握することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の好ましい実施態様においては、前記立体的特徴部が、前記レーザ出射端面のうち前記発光領域とは異なる領域に形成された凹部及び凸部の少なくとも一方により構成される。

【 0 0 1 2 】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、少なくとも前記発光領域を覆う遮光膜をさらに備え、前記遮光膜には、前記発光領域の一部に対応する部分に微小開口が設けられている。

【 0 0 1 3 】

本発明のさらに好ましい実施態様によれば、発光領域が遮光膜によって覆われた後においても、立体的特徴部を参照することによって発光領域の位置を把握することができるので、微小開口を形成すべき位置を、正確且つ簡単に特定することが可能となる。

【 0 0 1 4 】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記遮光膜が、前記立体的特徴部をさらに覆っている。

【 0 0 1 5 】

本発明のさらに好ましい実施態様によれば、遮光膜のうち立体的特徴部を覆っている部分には、かかる立体的特徴が反映されるので、これを参照することによって微小開口を形成すべき位置を、正確且つ簡単に特定することが可能となる。

【 0 0 1 6 】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記レーザ出射端面と前記遮光膜との間に設けられた誘電体膜をさらに備え、前記微小開口からは前記誘電体膜の一部が露出している。

【 0 0 1 7 】

本発明の前記目的はまた、レーザ光の発光領域を含むレーザ出射端面を備える半導体レーザの製造方法であって、前記レーザ出射端面のうち、前記発光領域と所定の関係を有する位置に立体的特徴部を形成する工程を備えることを特徴とする半導体レーザの製造方法によって達成される。

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、レーザ出射端面には、発光領域と所定の関係を有する位置に立体的特徴部が形成されるので、かかる立体的特徴部を参照することによって発光領域の位置を把握することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

本発明の好ましい実施態様においては、少なくとも前記発光領域を覆う遮光膜を形成する工程と、前記遮光膜のうち、前記立体的特徴部と所定の関係を有する位置に微小開口を形成する工程とをさらに備える。

【 0 0 2 0 】

本発明のさらに好ましい実施態様によれば、発光領域が遮光膜によって覆われた後であっても、立体的特徴部を参照することにより、微小開口を形成すべき位置を、正確且つ簡単に特定することが可能となる。

【 0 0 2 1 】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記立体的特徴部を形成する工程及び前記微小開口を形成する工程にいずれも F I B を用いている。

【 0 0 2 2 】

本発明のさらに好ましい実施態様によれば、上記両工程にいずれも F I B を用いていることから、立体的特徴部を形成するための特別な装置を必要としない。このため、半導体レーザの製造コストの増大を抑制することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記立体的特徴部を形成する工程より前に、前記レーザ出射端面のうち少なくとも前記発光領域に F I B を照射する工程をさらに備える。

【 0 0 2 4 】

本発明のさらに好ましい実施態様によれば、立体的特徴部を形成する工程より前に発光領域に F I B を照射しているので、レーザ出射端面の層構成を視覚的に確認できるとともに、発光領域に形成された酸化膜や、発光領域に付着した不純物を除去することができる。

【 0 0 2 5 】

本発明の前記目的はまた、近接場光により記録媒体に対するデータの記録及び／又は読み出しを行う近接場光ヘッドであって、前記近接場光を発生する半導体レーザを有し、前記半導体レーザは、発光領域を含むレーザ出射端面と、前記レーザ出射端面に形成された立体的特徴部と、少なくとも前記発光領域を覆う遮光膜とを備え、前記遮光膜には、前記立体的特徴部と所定の関係を有する位置において、前記近接場光を発する微小開口が形成されていることを特徴とする近接場光ヘッドによって達成される。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

次に、添付図面に基づいて、本発明の好ましい実施態様につき詳細に説明する。

【0027】

図1は、本発明の好ましい実施態様にかかる半導体レーザ1をレーザ出射端面側から見た略平面図であり、以下に詳述する遮光膜や微小開口等が形成される前の状態が示されている。

【0028】

図1に示されるように、本実施態様にかかる半導体レーザ1は、 $n\text{-GaAs}$ 基板2と、 $n\text{-GaAs}$ 基板2上にこの順で形成された $n\text{-AlGaAs}$ クラッド層3、 AlGaAs 活性層4、 $p\text{-AlGaAs}$ クラッド層5、 $n\text{-GaAs}$ 電流阻止層6及び $p\text{-GaAs}$ コンタクト層7と、 $n\text{-GaAs}$ 基板2の下面に設けられた n 電極8と、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層7の上面に設けられた p 電極9とを備え、これら n 電極8及び p 電極9間に電圧が印加されこれら電極より電流が注入されると、 AlGaAs 活性層4の発光領域10よりレーザが発光する。特に限定されないが、 AlGaAs 活性層4の膜厚は約 $0.1\mu\text{m}$ であり、 AlGaAs 活性層4のうち発光領域10となる部分の幅は約 $4\mu\text{m}$ である。また、特に限定されないが、半導体レーザ1全体の厚みは約 $100\mu\text{m}$ であり、幅は約 $200\mu\text{m}$ である。さらに、特に限定されないが、発光領域10より発せられるレーザ光の波長は、約 780nm である。

【0029】

このような構成からなる半導体レーザ1に対し、本実施態様においては、まず $n\text{-GaAs}$ 基板2の所定の位置に凹部11が形成される。

【0030】

図2は、 $n\text{-GaAs}$ 基板2に凹部11が形成された状態における半導体レーザ1をレーザ出射端面側から見た略平面図である。

【0031】

図2に示されるように、凹部11の外周は、幅が約 $4\mu\text{m}$ ×高さが約 $5\mu\text{m}$ の長方形であり、その深さは約 $1\mu\text{m}$ である。ここで、凹部11の幅は、発光領域10の幅と対応している。また、凹部11が形成される位置は、発光領域10と

ことが特に好ましい。

【0035】

ここで、凹部11を形成する位置は、手動により特定しても良いし、自動的に特定されるように構成しても良い。すなわち、1回目のFIBの照射によって発光領域10の位置を確認した後、発光領域10の位置よりあらかじめ定められた方向へあらかじめ定められた距離だけ離れた位置に2回目のFIBが照射されるようFIB装置を手動で操作しても良く、また、1回目のFIBの照射によって視覚的に得られた半導体レーザ1の層構成を画像としてコンピュータに取り込み、ソフトウェア処理によって、2回目にFIBを照射すべき位置が自動的に特定されるように構成しても良い。但し、凹部11を形成する位置を自動的に特定する場合、凹部11を形成すべき位置や凹部11の形状等の情報を、あらかじめ上記コンピュータに設定しておく必要がある。

【0036】

このようにして、n-GaAs基板2には、その位置が発光領域10との関係において定められた凹部11が形成される。

【0037】

次に、このようにして凹部11が形成された半導体レーザ1のレーザ出射端面のほぼ全面に対し、誘電体膜12及び遮光膜13がこの順に形成される。

【0038】

特に限定されないが、誘電体膜12としては約235nmのシリコン酸化膜(SiO_2)を用いることができ、遮光膜13としては約50nmのチタン(Ti)と約200nmの金(Au)との積層体を用いることができる。この場合、シリコン酸化膜からなる誘電体膜12は、レーザ出射端面を覆う保護膜としての役割を果たすとともに、シリコン酸化膜からなる誘電体膜12とチタン及び金からなる遮光膜13とが積層されることによって、発光領域10にて生成されるレーザの反射防止膜としての役割を果たす。尚、遮光膜13に含まれるチタンは、シリコン酸化膜と金との間に設けられ、両者の密着性を高める役割を果たす。また、誘電体膜12及び遮光膜13を構成するシリコン酸化膜、チタン及び金は、いずれもスパッタリング法により形成することが好ましい。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 が形成された状態における半導体レーザ 1 をレーザ出射端面側から見た略平面図である。

【 0 0 4 0 】

図 3 に示されるように、半導体レーザ 1 のレーザ出射端面のほぼ全面に誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 が形成されると、最早、半導体レーザ 1 の層構成を視覚的に確認することはできなくなる。しかしながら、上記工程によって、 $n\text{-GaAs}$ 基板 2 の所定の位置に凹部 1 1 が形成されていることから、誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 が形成された半導体レーザ 1 のレーザ出射端面は、凹部 1 1 が形成されている部分において立体的な特徴を有することとなる。

【 0 0 4 1 】

かかる立体的な特徴は、上述したように F I B をスキャンすることによって観察することができる。

【 0 0 4 2 】

次に、誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 が形成された半導体レーザ 1 のレーザ出射端面のうち、発光領域 1 0 に対応する部分に形成された遮光膜 1 3 の一部が除去され、これによって微小開口 1 4 が形成される。すなわち、誘電体膜 1 2 がシリコン酸化膜からなり、遮光膜 1 3 がチタン及び金の積層体からなる場合には、当該部分におけるチタン及び金の積層体が除去されて、シリコン酸化膜が露出することになる。

【 0 0 4 3 】

図 4 (a) は、微小開口 1 4 が形成された状態における半導体レーザ 1 をレーザ出射端面側から見た略平面図であり、図 4 (b) は、図 4 (a) の主要部を拡大した略平面図である。また、図 5 は、図 4 (a) に示す A - A ' ラインの断面を示す略断面図である。

【 0 0 4 4 】

図 4 (a) 及び (b) に示されるように、微小開口 1 4 の外周は約 $0.2\mu\text{m} \times 0.9\mu\text{m}$ の長方形であり、その位置は凹部 1 1 との関係において決定される。すなわち、本実施態様においては、上述の通り、 AlGaAs 活性層 4 の膜厚

が約 $0.1\ \mu\text{m}$ であり、凹部 11 の端部と発光領域 10 の端部との距離が約 $12.4\ \mu\text{m}$ に設定されているので、微小開口 14 の端部と凹部 11 の端部との距離が約 $12.0\ \mu\text{m}$ となるように微小開口 14 の位置が設定される。これにより、図 4 (b) に示されるように、微小開口 14 のほぼ中央部に発光領域 10 である AlGaAs 活性層 4 が位置することになり、微小開口 14 のうち、発光領域 10 に相当する約 $0.1\ \mu\text{m} \times 0.2\ \mu\text{m}$ の面積からなる部分が、近接場光発光部 15 となる。

【0045】

尚、微小開口 14 は、上述の通り、その長辺が約 $0.9\ \mu\text{m}$ と AlGaAs 活性層 4 の膜厚である $0.1\ \mu\text{m}$ よりも十分大きく設定されているが、これは微小開口 14 が所望の位置よりもずれて形成される場合を考慮して、そのマージンを確保したものである。このため、本発明において、微小開口 14 の長辺の長さは上記数値に限定されず、微小開口 14 を形成する際に想定されるズレに基づいてこれを設定すればよい。また、微小開口 14 の短辺は、上述の通り $0.2\ \mu\text{m}$ に設定されているが、これは発光領域 10 にて発光するレーザの波長よりも短くなるように設定したものである。微小開口 14 から近接場光を発生させるためには、近接場光発光部 15 の一辺の大きさを発光領域 10 にて発生するレーザの波長（本実施態様においては $780\ \text{nm}$ ）以下とする必要があるからである。したがって、微小開口 14 の短辺の長さは、発光領域 10 にて発光するレーザの波長に基づいて設定すれば良く、本発明において上記数値に限定されるものではない。

【0046】

このような微小開口 14 は、次のようにして形成される。

【0047】

まず、図 3 に示される状態における半導体レーザ 1 のレーザ出射端面のうち、少なくとも発光領域 10 及び凹部 11 に対応する部分に対して FIB を照射して、凹部 11 が形成されている位置を確認する。

【0048】

次に、このようにして確認された凹部 11 の位置より、あらかじめ定められた方向へあらかじめ定められた距離だけ離れた位置において、外周が約 $0.2\ \mu\text{m}$

× 0.9 μm の長方形により囲まれる領域に F I B を照射する。本実施態様においては、凹部 1 1 の端部の略中央から A l G a A s 活性層 4 の方向へ約 12.0 μm 離れた位置の所定の領域、すなわち約 0.2 μm × 0.9 μm の長方形により囲まれる領域に F I B を照射する。この場合、照射する F I B のエネルギー密度は、1 ~ 10 p A / μm^2 程度に設定することが好ましく、5 p A / μm^2 程度に設定することが特に好ましい。これにより、半導体レーザ 1 のレーザ出射端面に形成された遮光膜 1 3 のうち、F I B が照射された部分が除去され、図 5 に示されるように微小開口 1 4 が形成される。

【 0 0 4 9 】

ここで、微小開口 1 4 を形成する位置は、手動により特定しても良いし、自動的に特定されるように構成しても良い。この点は、凹部 1 1 を形成する場合と同様である。

【 0 0 5 0 】

このようにして、遮光膜 1 3 には微小開口 1 4 が形成され、これにより本実施態様にかかる半導体レーザ 1 が完成する。

【 0 0 5 1 】

このようにして作成された半導体レーザ 1 は、n 電極 8 及び p 電極 9 間に電圧が印加されこれら電極より電流が注入されると発光領域 1 0 にてレーザ発振が生じ、780 nm の波長を有するレーザ光が生成される。かかるレーザ光のうち大部分は、誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 からなる層に照射され吸収される一方、その一部は誘電体膜 1 2 を介し、微小開口 1 4 の近接場光発光部 1 5 に達し、近接場光となる。

【 0 0 5 2 】

図 6 は、上述の方法により作成された半導体レーザ 1 を用いた近接場光ヘッド 1 6 を示す略斜視図である。

【 0 0 5 3 】

図 6 に示されるように、近接場光ヘッド 1 6 は、サスペンション 1 7 と、サスペンション 1 7 の先端に設けられたスライダ 1 8 と、スライダ 1 8 に搭載された半導体レーザ 1 とを備えており、半導体レーザ 1 の n 電極 8 及び p 電極 9 (いず

れも図 6 には図示せず) には、配線 1 9 を介して所定の電流が供給される。このような構成からなる近接場光ヘッド 1 6 は、回転するディスク 2 0 に対して近接場光を照射することによって、所望のデータをディスク 2 0 に記録するとともに、既にディスク 2 0 に記録されているデータを読み出すことができる。

【 0 0 5 4 】

ここで、ディスク 2 0 の種類としては、データの記録及び読み出しの少なくとも一方において光を利用するものであれば特に限定されず、いわゆる相変化ディスクや光磁気ディスクを用いることができる。

【 0 0 5 5 】

このように、本実施態様によれば、発光領域 1 0 との関係においてその位置が定められた凹部 1 1 を $n\text{-GaAs}$ 基板 2 に形成しているので、レーザ出射端面が誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 によって覆われた後も、微小開口 1 4 を形成すべき位置を視覚的に特定することが可能となる。したがって、従来のように、半導体レーザの外形を基準とする方法に比べて、正確且つ簡単に、微小開口 1 4 を形成すべき位置を特定することができる。

【 0 0 5 6 】

また、本実施態様においては、凹部 1 1 を形成する手段として、微小開口 1 4 の形成に使用する F I B を用いていることから、本実施態様を適用するに当たって特別な装置を必要としない。このため、半導体レーザ 1 の製造コストを実質的に増大させることがない。

【 0 0 5 7 】

さらに、本実施態様においては、発光領域 1 0 の位置を確認するために、半導体レーザ 1 のレーザ出射端面のうち少なくとも発光領域 1 0 に F I B を照射 (1 回目の F I B 照射) しているので、半導体レーザ 1 がウェハより切り出されてから誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 が形成されるまでの間に、発光領域 1 0 の表面に不可避免的に形成された酸化膜や発光領域 1 0 の表面に付着した不純物が F I B の照射によって除去されるという利点もある。これにより、発光領域 1 0 表面の酸化膜や不純物の影響による、半導体レーザ 1 の性能劣化を防止することが可能となる。

【 0 0 5 8 】

尚、上記実施態様においては、発光領域 1 0 の位置を示す目印としての凹部 1 1 を $n\text{-GaAs}$ 基板 2 に形成したが、凹部 1 1 を形成すべき位置としては $n\text{-GaAs}$ 基板 2 に限定されない。

【 0 0 5 9 】

図 7 は、凹部 1 1 を $p\text{-GaAs}$ コンタクト層 7 に形成した例を示す図であり、図 8 は、凹部 1 1 を $n\text{-AlGaAs}$ クラッド層 3 及び AlGaAs 活性層 4 に形成した例を示す図である。

【 0 0 6 0 】

図 7 及び図 8 に示されるように、凹部 1 1 を形成すべき位置としては $p\text{-GaAs}$ コンタクト層 7 や $n\text{-AlGaAs}$ クラッド層 3 であっても良く、さらにその他の位置であっても良い。要するに、凹部 1 1 を形成する位置としては、発光領域 1 0 以外であれば、半導体レーザ 1 のレーザ出射端面のどの部分でも構わない。

【 0 0 6 1 】

但し、微小開口 1 4 を形成すべき位置をより正確に特定するためには、凹部 1 1 を発光領域 1 0 から大きく離れた位置に形成するよりも、発光領域 1 0 の比較的近い位置に形成する方が好ましい。一方、凹部 1 1 を発光領域 1 0 のあまりに近傍に形成すると、FIB の照射による表面原子のスパッタリング現象によって放出された原子の再付着により発光領域 1 0 が汚染されるおそれがある。このため、発光領域 1 0 と凹部 1 1 との距離は、これらを考慮して設定すればよい。上記実施態様のよう、発光領域 1 0 と凹部 1 1 との距離を約 $12.4\ \mu\text{m}$ に設定すれば、微小開口 1 4 を形成すべき位置を比較的正確に特定することができるとともに、2 次電子による発光領域 1 0 の汚染を防ぐことができる。

【 0 0 6 2 】

さらに、上記実施態様においては、発光領域 1 0 の位置を示す目印としての凹部 1 1 を $n\text{-GaAs}$ 基板 2 に一つだけ形成したが、凹部 1 1 の数としては一つに限定されない。

【 0 0 6 3 】

図9は、凹部11をn-GaAs基板2に2つ形成した例を示す図であり、図10は、凹部11をn-GaAs基板2及びp-GaAsコンタクト層7に形成した例を示す図である。

【0064】

図9及び図10に示されるように、凹部11の数としては2つであってもよく、さらにそれ以上であってもよい。また、凹部11を複数形成する場合、これらの大きさは、図9に示されるように互いに同じとなるよう設定してもよく、図10に示されるように互いに異なるよう設定してもよい。

【0065】

さらに、上記実施態様においては、発光領域10の位置を示す目印としての凹部11を長方形としたが、凹部11の形状としては長方形に限定されない。

【0066】

図11は、凹部11の外形を三角形とした例を示す図であり、図12は、凹部11の外形を円形とした例を示す図である。

【0067】

図11及び図12に示されるように、凹部11の外形としては三角形や円形であってもよく、さらにその他の外形、例えば正方形、六角形、菱形、楕円形、T字形、L字形等であってもよい。要するに、凹部11の外形としては、どのような外形であっても構わない。

【0068】

さらに、上記実施態様においては、発光領域10の位置を示す目印として、凹部11をn-GaAs基板2に形成したが、発光領域10の位置を示す目印としては凹部11に限定されない。

【0069】

図13は、発光領域10の位置を示す目印として、凸部21をn-GaAs基板2に形成した例を示す図である。

【0070】

図13に示されるように、発光領域10の位置を示す目印として、凹部11の代わりに凸部21を用いても良い。要するに、半導体レーザ1のレーザ出射端面

が誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 によって覆われた後も、その表面に反映されるような立体的な特徴であれば、どのような目印であっても構わない。

【 0 0 7 1 】

半導体レーザ 1 のレーザ出射端面に凸部 2 1 を形成する場合、原料ガスを半導体レーザ 1 のレーザ出射端面に供給しつつ、凸部 2 1 を形成すべき領域に F I B を照射すればよい。これにより、F I B が照射された原料ガスは分解され、当該領域に原料ガスの分解物が堆積するので、F I B を照射した領域にのみ凸部 2 1 が形成される。この場合、原料ガスとしては、例えばタングステンヘキサカルボニルを用いることができ、これを用いればタングステンからなる凸部 2 1 が形成される。

【 0 0 7 2 】

本発明は、以上の実施態様に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

【 0 0 7 3 】

例えば、上記実施態様においては、凹部 1 1 を形成する手段として F I B を用いたが、他の手段を用いて凹部 1 1 を形成しても構わない。同様に、上記実施態様においては、微小開口 1 4 を形成する手段として F I B を用いたが、他の手段を用いて微小開口 1 4 を形成しても構わない。但し、凹部 1 1 を形成する手段として、微小開口 1 4 を形成する手段と同じ手段を用いることにより、半導体レーザ 1 の製造コストの増大を抑えることができる。

【 0 0 7 4 】

また、本発明の適用が可能な半導体レーザは、上記実施態様において説明した層構成を有する半導体レーザ 1 に限られず、これとは異なる層構成を有する半導体レーザにも適用可能である。

【 0 0 7 5 】

さらに、上記実施態様においては、凹部 1 1 の深さを約 $1\ \mu\text{m}$ としているが、凹部 1 1 の深さは、その上に誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 が形成された後も凹部 1 1 の形状が反映され、その位置が確認できる程度の深さであれば、いかなる深

さであっても構わない。凸部 2 1 の高さについても同様である。

【0 0 7 6】

また、上記実施態様においては、発光領域 1 0 の幅と凹部 1 1 の幅とが実質的に一致し、且つ、これらの幅方向における位置が互いに一致するように設定されているが、これは A l G a A s 活性層 4 のうち凹部 1 1 の幅に対応する部分が発光領域 1 0 であることを保証するためであって、必ずしも上述のように一致させる必要はない。

【0 0 7 7】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、発光領域との関係においてその位置が定められた立体的特徴部を半導体レーザのレーザ出射端面に形成しているので、近接場光が発せられる微小開口の形成が容易な半導体レーザ及びその製造方法、並びに、これを用いた近接場光ヘッドを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の好ましい実施態様にかかる半導体レーザ 1 をレーザ出射端面側から見た略平面図である。

【図 2】

n - G a A s 基板 2 に凹部 1 1 が形成された状態における半導体レーザ 1 をレーザ出射端面側から見た略平面図である。

【図 3】

誘電体膜 1 2 及び遮光膜 1 3 が形成された状態における半導体レーザ 1 をレーザ出射端面側から見た略平面図である。

【図 4】

(a) は、微小開口 1 4 が形成された状態における半導体レーザ 1 をレーザ出射端面側から見た略平面図であり、(b) は (a) の主要部を拡大した略平面図である。

【図 5】

図 4 (a) に示す A - A' ラインの断面を示す略断面図である。

【図 6】

上述の方法により作成された半導体レーザ 1 を用いた近接場光ヘッド 16 を示す略斜視図である。

【図 7】

凹部 11 を p-GaAs コンタクト層 7 に形成した例を示す図である。

【図 8】

凹部 11 を n-AlGaAs クラッド層 3 及び AlGaAs 活性層 4 に形成した例を示す図である。

【図 9】

凹部 11 を n-GaAs 基板 2 に 2 つ形成した例を示す図である。

【図 10】

凹部 11 を n-GaAs 基板 2 及び p-GaAs コンタクト層 7 に形成した例を示す図である。

【図 11】

凹部 11 の外形を三角形とした例を示す図である。

【図 12】

凹部 11 の外形を円形とした例を示す図である。

【図 13】

発光領域 10 の位置を示す目印として、凸部 21 を n-GaAs 基板 2 に形成した例を示す図である。

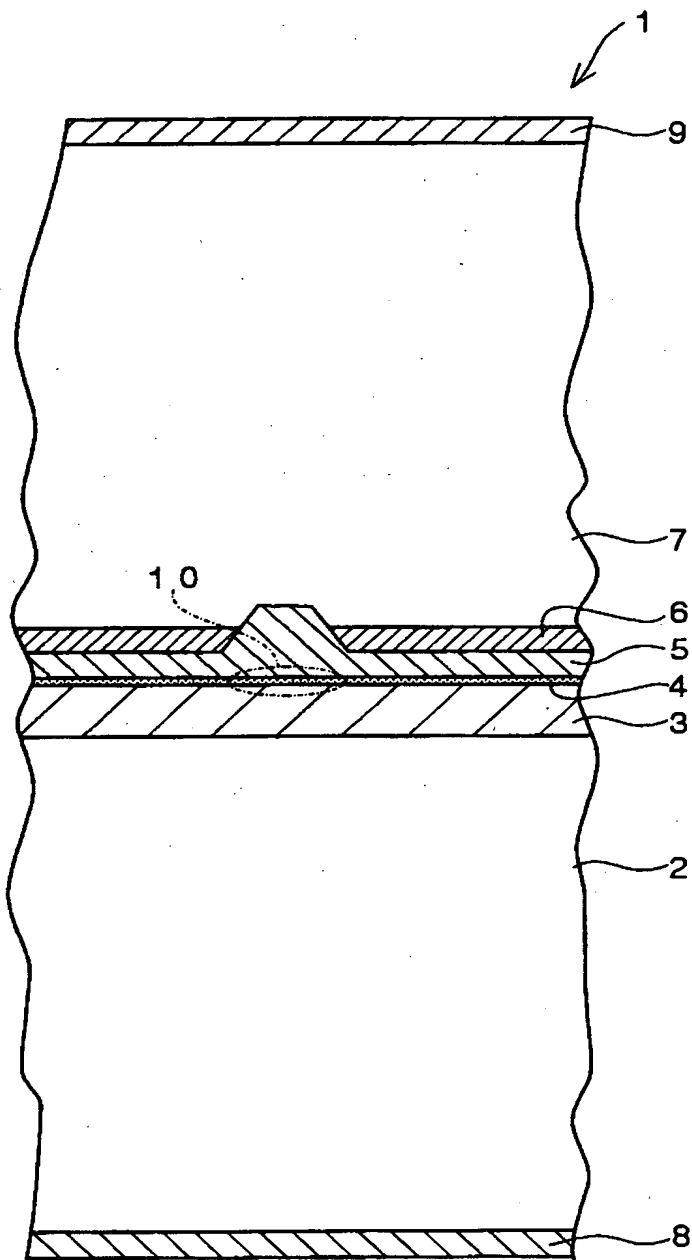
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 2 n-GaAs 基板
- 3 n-AlGaAs クラッド層
- 4 AlGaAs 活性層
- 5 p-AlGaAs クラッド層
- 6 n-GaAs 電流阻止層
- 7 p-GaAs コンタクト層
- 8 n電極

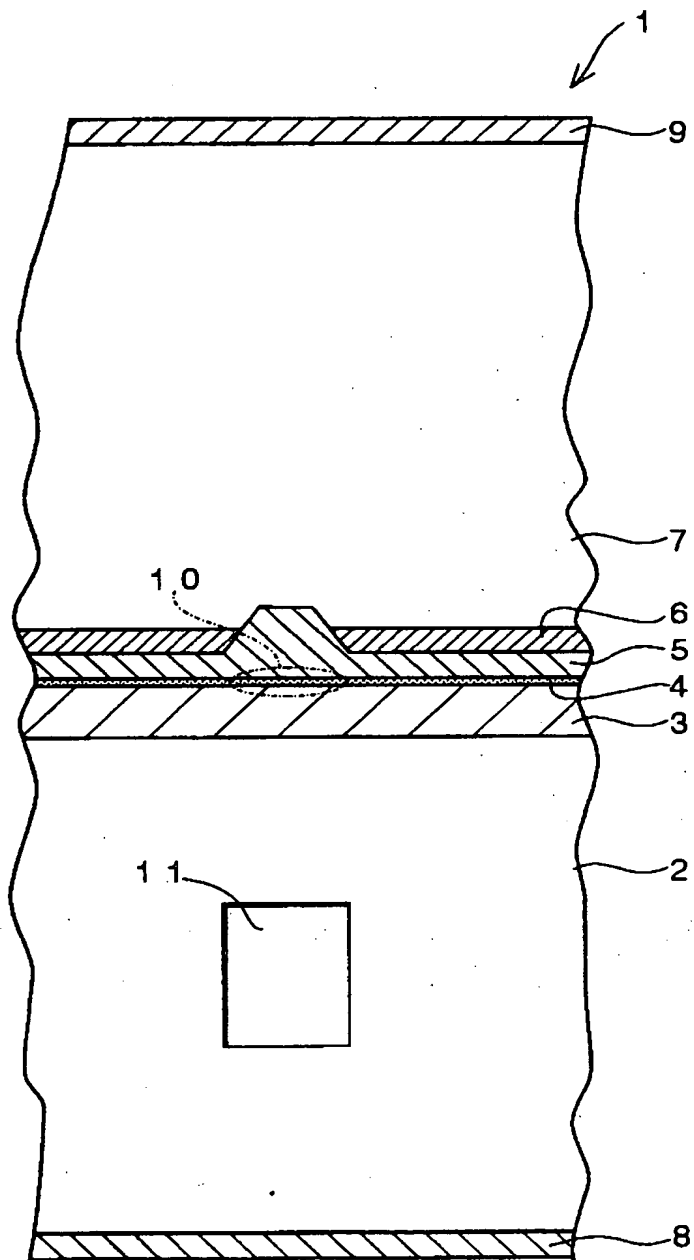
- 9 p 電極
- 1 0 発光領域
- 1 1 凹部
- 1 2 誘電体膜
- 1 3 遮光膜
- 1 4 微小開口
- 1 5 近接場光発光部
- 1 6 近接場光ヘッド
- 1 7 サスペンション
- 1 8 スライダ
- 1 9 配線
- 2 0 ディスク
- 2 1 凸部

【書類名】 図面

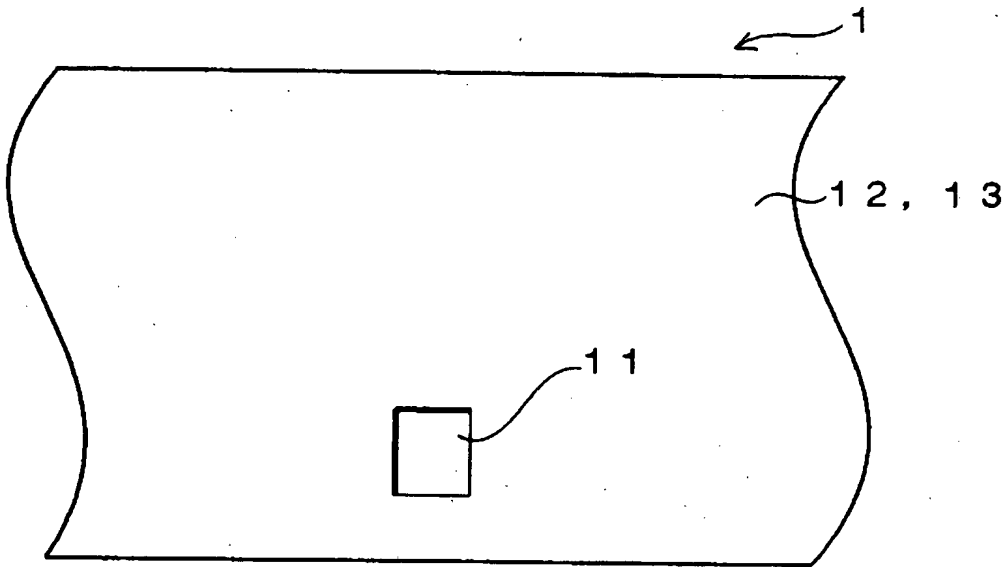
【図 1】



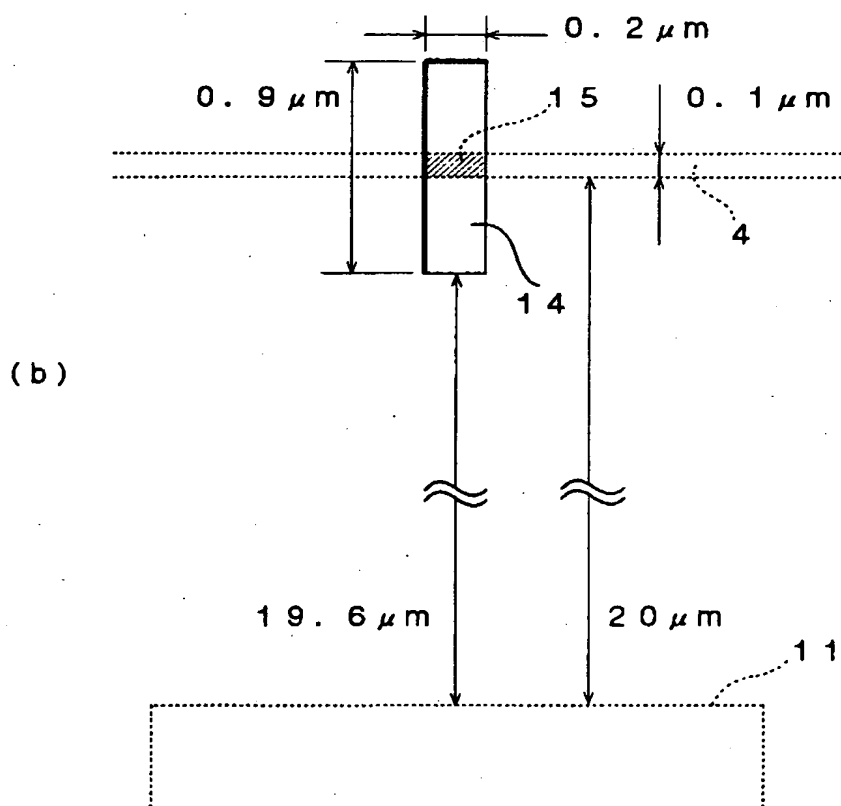
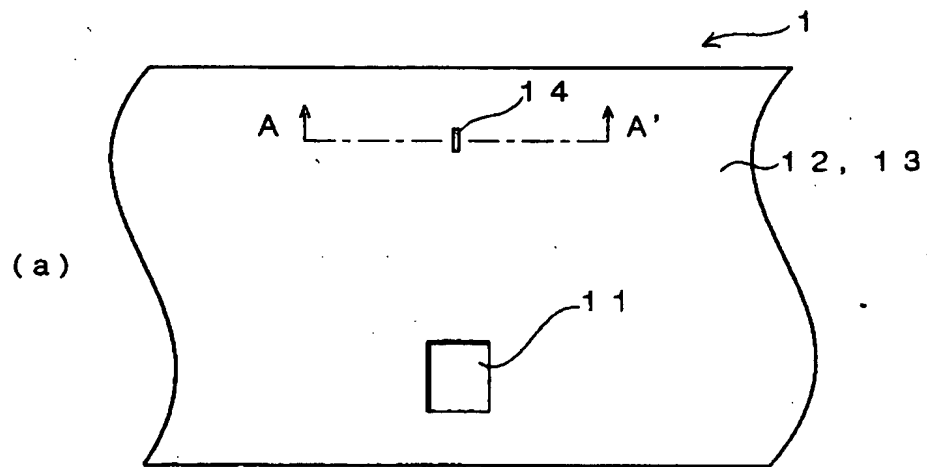
【図2】



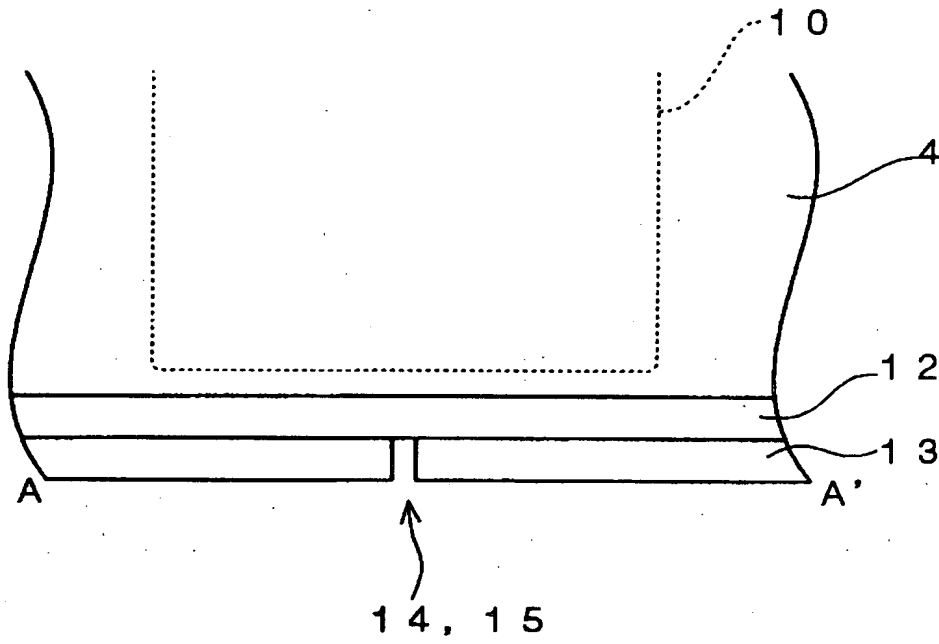
【図3】



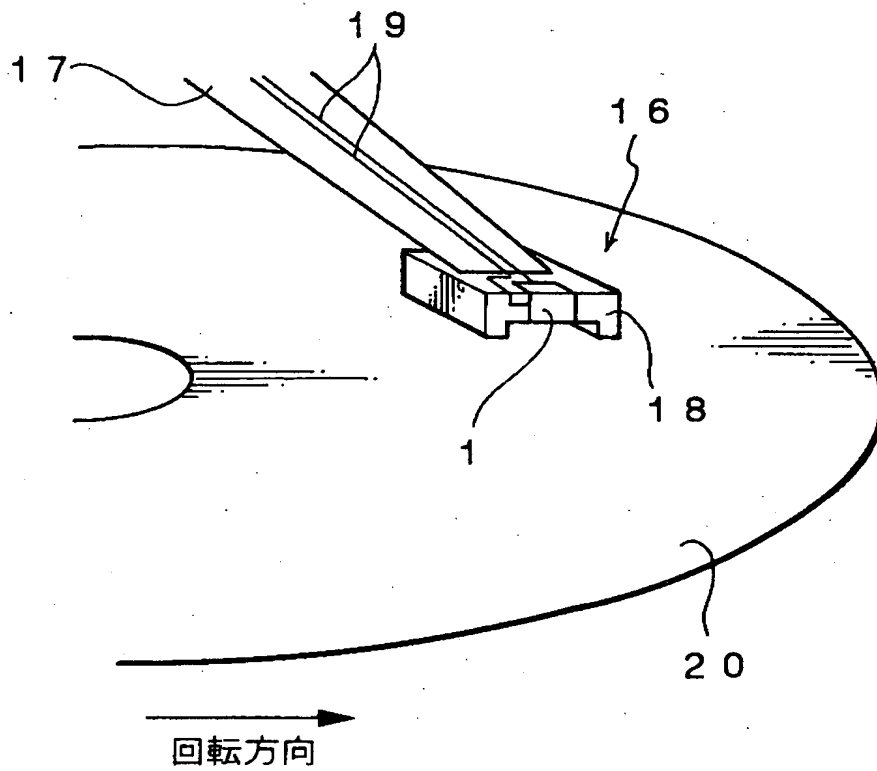
【図 4】



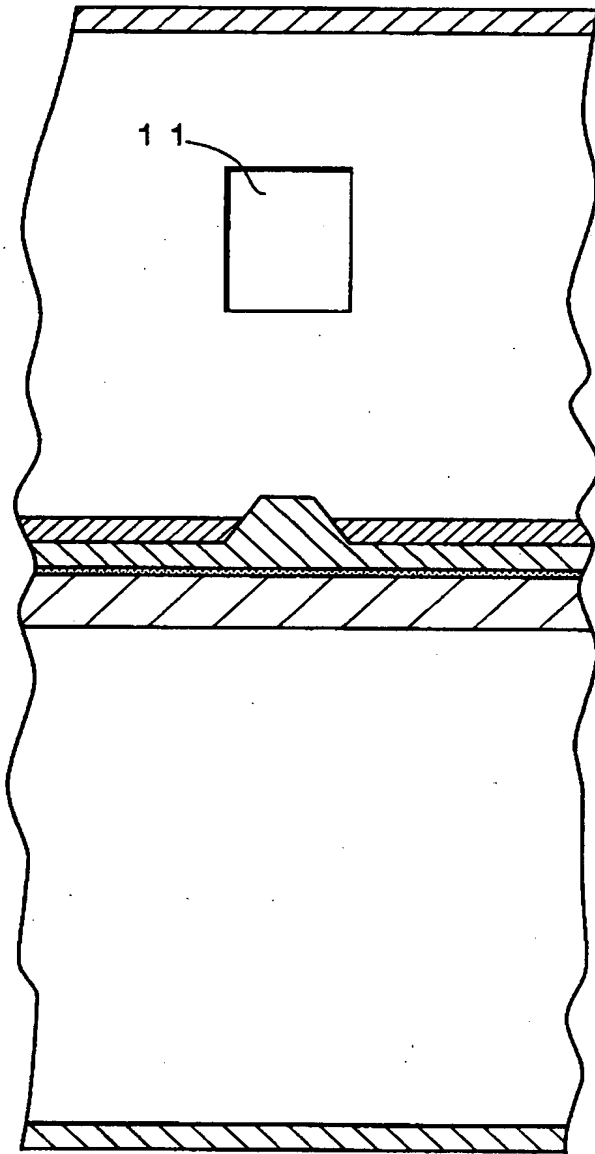
【図5】



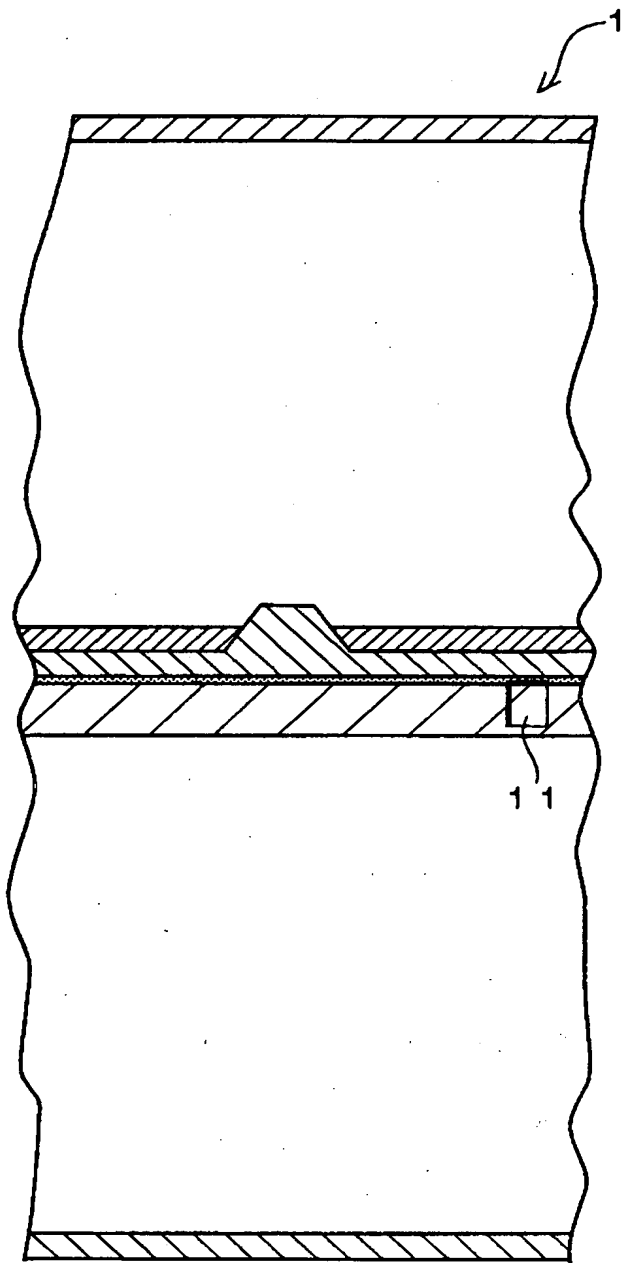
【図 6】



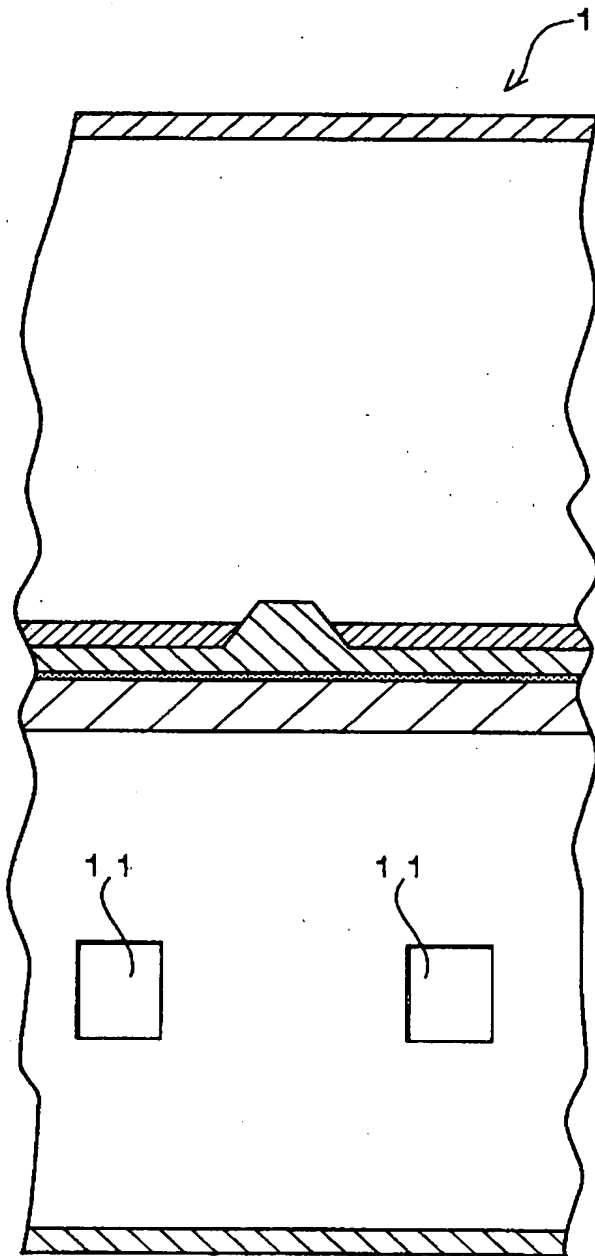
【図 7】



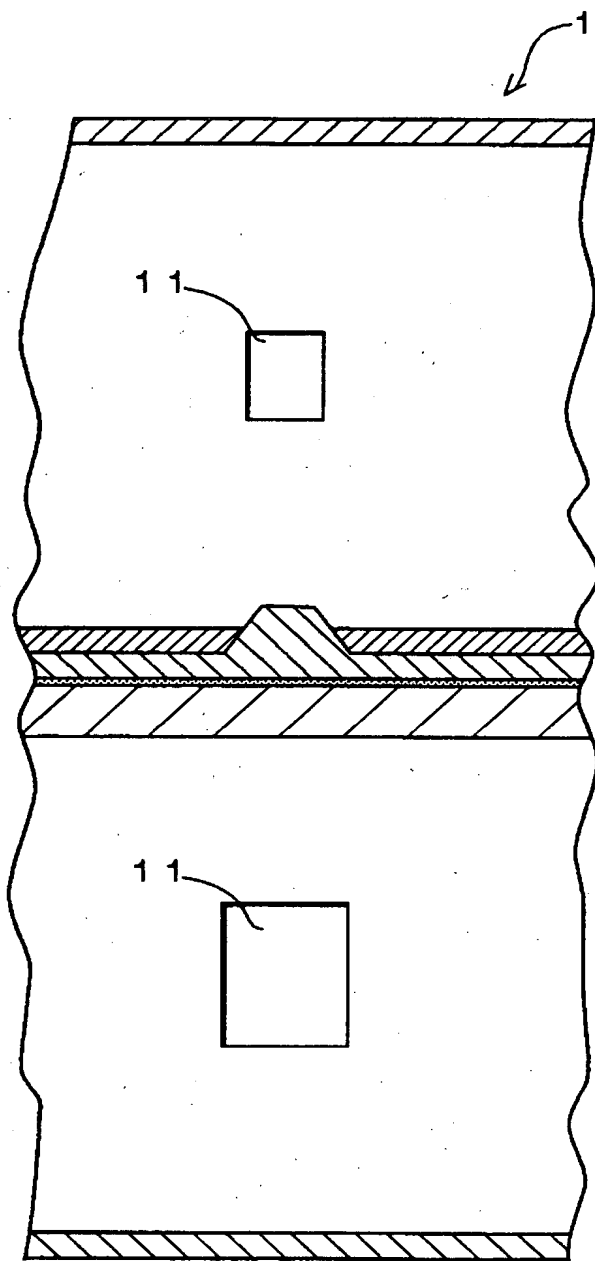
【図 8】



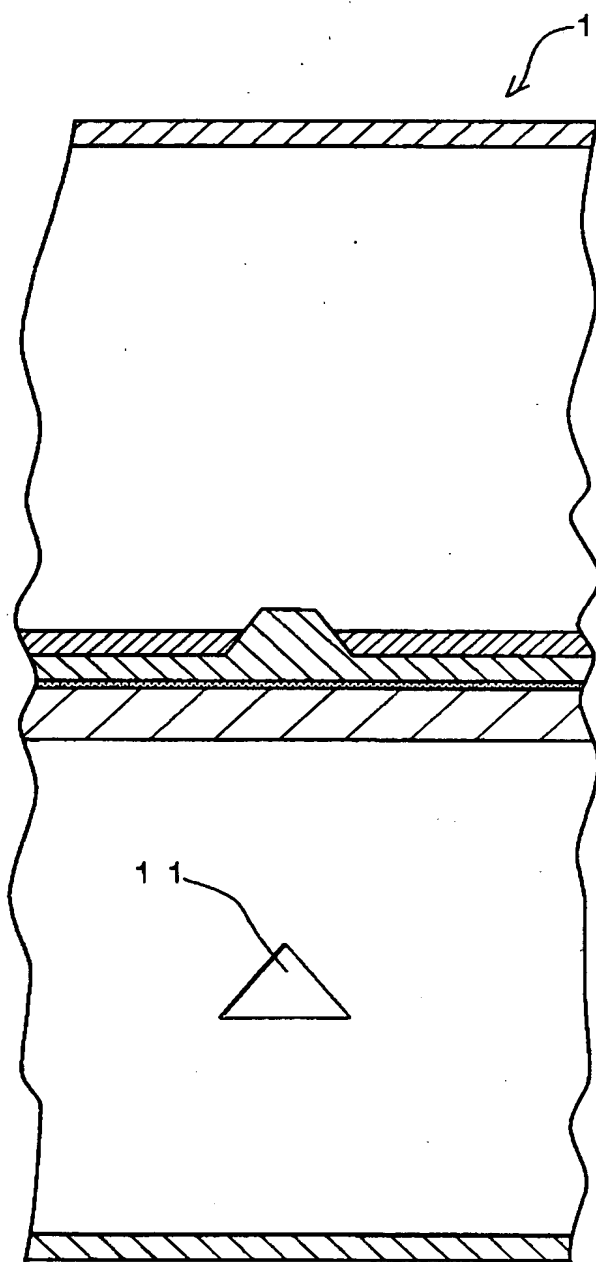
【図9】



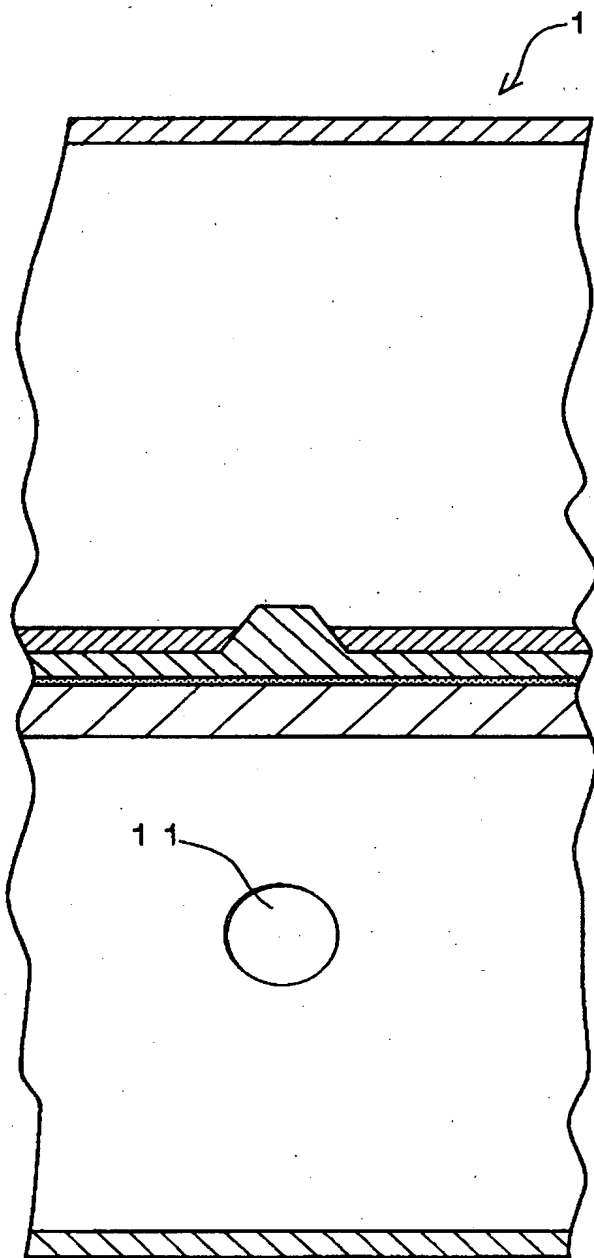
【図10】



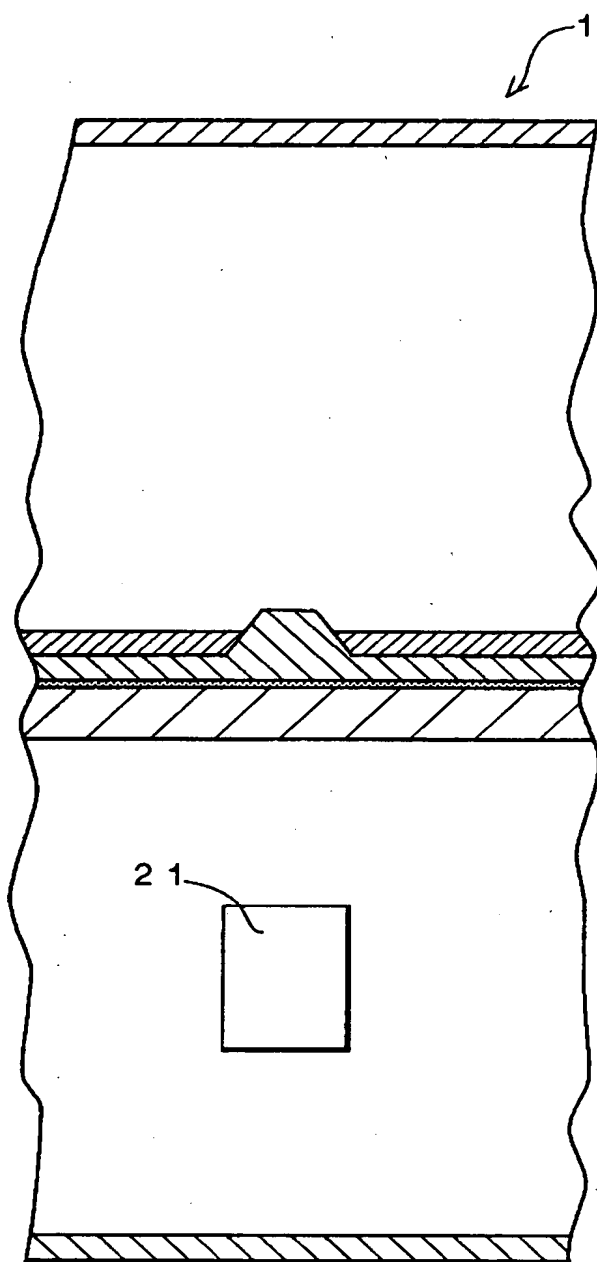
【図 11】



【図12】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 近接場光が発せられる微小開口の形成が容易な半導体レーザ及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 レーザ光の発光領域 1 0 を含むレーザ出射端面のうち、発光領域 1 0 と所定の関係を有する位置に、あらかじめ凹部 1 1 を形成しておく。次いで、発光領域 1 0 を含むレーザ出射端面の全面を覆う遮光膜 1 3 を形成する。そして、形成された遮光膜 1 3 のうち、凹部 1 1 と所定の関係を有する位置に微小開口 1 4 を形成する。これにより、遮光膜 1 3 が形成された後においても、微小開口 1 4 を形成すべき位置を把握することが可能となる。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
氏 名 ティーディーケイ株式会社



Creation date: 01-13-2004
Indexing Officer: KJOHNSON3 - KIMBERLY JOHNSON
Team: OIPEBackFileIndexing
Dossier: 10039490

Legal Date: 02-28-2003

| No. | Doccode | Number of pages |
|-----|---------|-----------------|
| 1 | CTNF | 4 |
| 2 | 1449 | 1 |

Total number of pages: 5

Remarks:

Order of re-scan issued on